

УДК 666.762

## ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТЫЙ ШАМОТ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

**А. А. Гетман<sup>1</sup>, Г. С. Гиренко<sup>2</sup>, Е. П. Фарафонтова<sup>3</sup>, И. А. Павлова<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>4</sup> i.a.pavlova@urfu.ru

**Аннотация.** В работе представлены результаты разработки составов масс и технологии получения высокоглиноземистого шамота с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  65–85 % на основе техногенного сырья — тонкодисперсной корундовой пыли, образующейся при помоле плавленного корунда. Тонкодисперсный корундовый порошок содержит 93–95 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , является побочным продуктом и может быть востребован для получения высокоглиноземистого шамота. Фазовый состав полученного шамота с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 65 % — корунд (35–38 %), муллит (46–50 %), тиалит (до 4 %), кристобалит (6–8 %); 75 % — корунд (43–50 %), муллит (45–47 %), тиалит (до 4 %); 85 % — корунд (68–71 %), муллит (24–27 %).

**Ключевые слова:** высокоглиноземистый шамот, высокоглиноземистый заполнитель, корундовая пыль, высокоглиноземистые огнеупоры

## HIGH-ALUMINA CHAMOTTE BASED ON TECHNOGENIC RAW MATERIALS

**A. A. Getman<sup>1</sup>, G. S. Girenko<sup>2</sup>, E. P. Farafontova<sup>3</sup>, I. A. Pavlova<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Ural Federal University named after the First  
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

<sup>4</sup> i.a.pavlova@urfu.ru

**Abstract.** The paper presents both the results of the mass composition development and the technology to produce the high-alumina chamotte with an  $\text{Al}_2\text{O}_3$  content of 65–85 % based on technogenic raw materials — fine corundum dust formed during grinding of fused corundum. Finely dispersed corundum powder contains 93–95 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , which is a by-product and can be used to produce high-alumina chamotte. The phase composition of chamotte with  $\text{Al}_2\text{O}_3$  content is as follows:

65 % — corundum (35–38 %), mullite (46–50 %), thialite (up to 4 %), cristobalite (6–8 %); 75 % corundum (43–50 %), mullite (45–47 %), thialite (up to 4 %); 85 % — corundum (68–71 %), mullite (24–27 %).

**Keywords:** high-alumina chamotte, high-alumina filler, alumina dust, high-alumina refractories

При дроблении плавленного электрокорунда образуется пыль, которая улавливается электрофильтрами и складывается на территории предприятия. Этот побочный продукт представляет собой некондиционный материал для производства корундовых огнеупоров, т. к. в нем недостаточное содержание  $Al_2O_3$  (93–97 %). Такой тонкодисперсный корундовый порошок может быть использован в качестве глиноземистого компонента в производстве высокоглиноземистого заполнителя [1–3].

Для решения проблемы получения высокоглиноземистого материала в таком проекте рассмотрено введение тонкодисперсной корундовой пыли в процессе обогащения каолинов без совместного помола сырьевых компонентов. Таким образом, модернизация действующего производства шамота будет заключаться в установке теплового агрегата, обеспечивающего температуру обжига шамота 1700 °С.

В качестве сырьевых материалов использовали обогащенный каолин и тонкодисперсную корундовую пыль. Химический состав сырьевых материалов представлен в табл. 1. Минеральный состав каолина имеет следующий вид (мас. %): мусковит — до 5, кварц — до 2, каолинит — 95–98. Содержание  $Al_2O_3$  в корундовой пыли составляет 93–95 мас. %. Содержание корунда по данным рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) составляет 90 %. В качестве примесей в незначительном количестве присутствуют тиацит 1,2 и рутил 0,16 %.

Таблица 1

Химический состав сырьевых материалов

Материал	Содержание, мас. %							
	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$TiO_2$	$Fe_2O_3$	CaO	MgO	$R_2O$	$\Delta m_{\text{прк}}$
Глина	42,89–43,75	39,68–41,36	0,25–0,86	0,89–1,25	0,06–0,16	0,03–0,16	0,35–0,87	13,05–13,59
Корундовая пыль	0,05–0,30	93,0–95,0	2,20–5,00	0,13–0,50	0,20–0,24	0,44–0,62	0,30–0,55	—

Основными фракциями порошка являются частицы размером 0,16–0,063 мм порядка 50 мас. %, и менее 0,063 мм — 40 мас. %. Содержание частиц более 0,16 мм составляет до 10 %.

Состав шихты для получения высокоглиноземистого шамота был рассчитан из содержания  $Al_2O_3$  в шамоте 65, 75 и 85 мас. %. Пластичные коржи каолина с влажностью 20–25 %, полученные после фильтпресса, тщательно перемешивали с корундовой пылью. Пластичную массу подвергали сушке при 105 °С, измельчали до размера зерен менее 3 мм. Из полученного порошка сформовали брикеты. Обжиг проводили при температуре 1700 °С. Физико-химические свойства образцов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-химические свойства образцов  
высокоглиноземистого шамота после обжига

Содержание $Al_2O_3$ , мас. %	Открытая пористость, %	Водопоглощение, %	Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	Полная усадка, %	Предел прочности при сжатии, МПа
65	27,9	12,0	2,32	4,7	17,8
75	34,0	14,9	2,26	1,0	10,7
85	32,1	12,8	2,52	1,0	11,3

Максимальной усадкой характеризуются образцы, содержащие наибольшее количество каолина в составе массы — 65 %  $Al_2O_3$ . Для этих же образцов характерна наибольшая прочность. Водопоглощение брикета с содержанием 65 %  $Al_2O_3$  составило 11–13 %; 75 % — 14–16 %; 85 % — 12–13 %.

Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3

Фазовый состав шамота

Содержание $Al_2O_3$ , мас. %	Корунд	Муллит	Кристобалит	Рутил	Тиалит
65	36	48	7	0,3	1
75	46	46	—	0,5	2
85	69	25	—	0,9	4

Рутил и титанит являются примесными фазами, внесенными корундовым порошком. Анализируя данные фазового состава полученных образцов высокоглиноземистого шамота (табл. 3), можно сделать вывод, что в составах массы с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  65 % не весь кристобалит провзаимодействовал с корундом. В шамоте с большим содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  кристобалит не обнаружен. Основными фазами в таком брикете являются муллит и корунд.

В результате проведенных исследований получены образцы высокоглиноземистого заполнителя с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  65, 75 и 85 % на основе тонкодисперсной корундовой пыли, образующейся при помоле плавленного корунда. Водопоглощение шамота составляет 11–16 %. Кажущаяся плотность высокоглиноземистого шамота с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  составила 2,32 г/см<sup>3</sup>; с 75 % — 2,26 г/см<sup>3</sup>; с 85 % — 2,52 г/см<sup>3</sup>. В соответствии с ГОСТ 23037–78 алюмосиликатные заполнители марки ЗМЛ и ЗМК должны иметь водопоглощение не более 3 %. На настоящем этапе не получен высокоплотный заполнитель марки ЗМЛ и ЗМК в соответствии с ГОСТ 23037–78. Продолжение исследования направлено на снижение водопоглощения, например путем использования совместного помола каолина и корунда, либо на замену каолина на огнеупорную глину. Технологическая цепочка производства высокоглиноземистого шамота должна включать совместный тонкий помол корундовой пыли с пластичным компонентом, либо отдельный домол корундовой пыли до полного прохода через сетку 0,063 мм с последующим смешением с пластичным компонентом.

### Список источников

1. Karklit A. K., Katorgin G. M. High-alumina raw materials in Russia // *Refractories*. 1995. Vol. 36. P. 122–126.
2. Properties of ceramics based on  $\text{Al}_2\text{O}_3$  with admixture of untradispersed powder of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  synthesized by the electrochemical method / Yu. V. Komolikhov [et al.] // *Refractories and Industrial Ceramics*. 2019. Vol. 60. P. 350–354.
3. High-alumina technogenic raw material / V. A. Perepelitsyn [et al.] // *Refractories and Industrial Ceramics*. 2011. Vol. 52. P. 84–94.